



②① Aktenzeichen: 198 23 921.1
②② Anmeldetag: 28. 5. 98
④③ Offenlegungstag: 2. 12. 99

⑦① Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

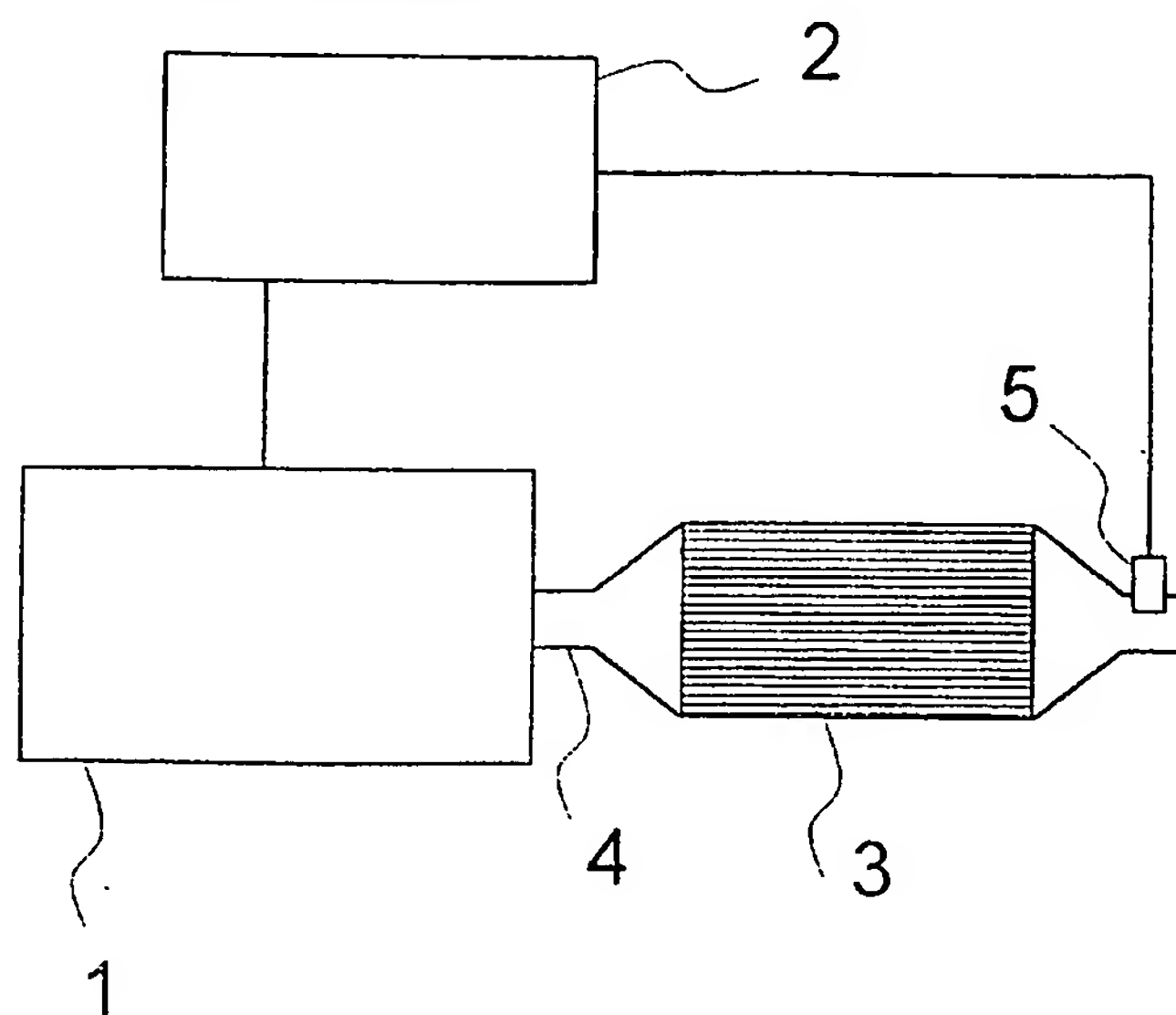
⑦② Erfinder:
Zhang, Hong, Dr., 93057 Regensburg, DE; Pfleger,
Corinna, 93093 Donaustauf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Überprüfung des Wirkungsgrades eines NO_x-Speicherkatalysators

⑤⑦ Um den Wirkungsgrad eines NO_x-Speicherkatalysators, der im Abgastrakt einer mit magerem Gemisch betriebenen Brennkraftmaschine angeordnet ist, zu überprüfen, wird die aktuelle Speicherkapazität des NO_x-Speicherkatalysators bestimmt und bei Unterschreiten einer vorgegebenen Mindestkapazität ein fehlerhafter NO_x-Speicherkatalysator diagnostiziert.



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überprüfung des Wirkungsgrades eines NOx-Speicherkatalysators.

Um den Kraftstoffverbrauch von Otto-Brennkraftmaschinen weiter zu reduzieren, kommen Brennkraftmaschinen mit magerer Verbrennung immer häufiger zum Einsatz. Bei Otto-Brennkraftmaschinen mit magerer Verbrennung wird der Luftüberschuß so groß gewählt, wie es die Lastanforderung an die Brennkraftmaschine gestattet. Bei geringer Lastanforderung, z. B. bei geringem Drehmoment oder geringer bzw. fehlender Beschleunigung, kann in einem Schichtlade-Betrieb das Kraftstoff/Luft-Gemisch, mit dem die Brennkraftmaschine betrieben wird, Lambda-Werte von 3 und mehr aufweisen.

Zur Erfüllung der geforderten Abgasemissionsgrenzwerte ist bei solchen Brennkraftmaschinen eine spezielle Abgasnachbehandlung notwendig. Dazu werden NOx-Speicherkatalysatoren verwendet. Diese NOx-Speicherkatalysatoren sind aufgrund ihrer Beschichtung in der Lage, NOx-Verbindungen aus dem Abgas zu absorbieren, die in einer Speicherphase bei magerer Verbrennung entstehen. Während einer Regenerationsphase werden die absorbierten bzw. gespeicherten NOx-Verbindungen unter Zugabe eines Reduktionsmittels in unschädliche Verbindungen umgewandelt. Als Reduktionsmittel für magerbetriebene Otto-Brennkraftmaschinen können CO, H₂ und HC (Kohlenwasserstoffe) verwendet werden. Diese werden durch kurzzeitiges Betreiben der Brennkraftmaschine mit einem fetten Gemisch erzeugt und dem NOx-Speicherkatalysator als Abgaskomponenten zur Verfügung gestellt, wodurch die gespeicherten NOx-Verbindungen im Katalysator abgebaut werden.

Um die Einhaltung der geforderten Abgasemissionsgrenzwerte über die gesamte Nutzlebensdauer einer solchen Brennkraftmaschine sicherzustellen, wird zunehmend eine Selbstdiagnose (On-Board-Diagnose = OBD) des Abgasnachbehandlungssystems verlangt. Sie muß in der Lage sein, eine abnehmende Wirksamkeit des Abgasnachbehandlungssystems zu erkennen und bei der Gefahr möglicher Emissionsgrenzwertüberschreitungen einen Fehler des Abgasnachbehandlungssystems anzuzeigen.

Aus der EP 0 597 106 A1 ist bereits ein Verfahren zur Regeneration eines NOx-Speicherkatalysators bekannt, bei dem die vom Speicherkatalysator absorbierte Menge an NOx-Verbindungen in Abhängigkeit von Betriebsdaten der Brennkraftmaschine berechnet wird. Bei Überschreiten einer vorbestimmten Grenzmenge von im NOx-Speicherkatalysator gespeicherten NOx wird eine Regenerationsphase eingeleitet. Auf diese Weise ist jedoch ein zuverlässiges Einhalten der Abgasemissionsgrenzwerte nicht gewährleistet.

Aus der deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen 197 05 335.1 der Patentanmelderin ist ein Verfahren zur Auslösung einer Sulfatregenerationsphase für einen NOx-Speicherkatalysator beschrieben, bei dem in vorgegebenen Zeitpunkten eine Sulfatregenerationsphase durchgeführt wird. Neben der Menge des abgespeicherten Sulfates wird auch die thermische Alterung des Speicherkatalysators bei der Auslösung der Sulfatregeneration berücksichtigt.

Eine Diagnose eines unzureichend wirksamen Abgasnachbehandlungssystems ist mit diesen Verfahren jedoch nicht möglich.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren zur Überprüfung des Wirkungsgrades eines Speicherkatalysators anzugeben.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Hauptanspruches gelöst.

Erfindungsgemäß wird die Abnahme des Wirkungsgrades

eines NOx-Speicherkatalysators an der Abnahme der Speicherkapazität des Nox-Speicherkatalysators unter eine vorbestimmte Mindestkapazität erkannt.

Nimmt die Speicherkapazität eines NOx-Speicherkatalysators ab, so hat dies aus zwei Gründen eine erhöhte NOx-Emission des Abgasnachbehandlungssystems zur Folge:

a) In der Speicherphase leckt ein bestimmter NOx-Anteil durch den NOx-Speicherkatalysator. Die Höhe dieses Leckstromes hängt von der dem NOx-Speicherkatalysator zugeführten NOx-Konzentration und dem Beladungsgrad ab, da bei einem NOx-Speicherkatalysator wie bei allen Adsorbentien ein Zusammenhang zwischen Beladungsgrad und relativem Leckstrom, d. h. Leckstrom bezogen auf den zugeführten Gesamtstrom, gegeben ist. Gemäß diesem Zusammenhang steigt der Leckstrom überproportional mit dem Beladungsgrad. Da ein NOx-Speicherkatalysator mit geringerer Speicherkapazität in einem gegebenen Zeitraum öfter regeneriert werden muß als ein NOx-Speicherkatalysator mit größerer Speicherkapazität, tritt bei einem NOx-Speicherkatalysator mit verminderter Speicherkapazität eine vergrößerte Emission durch NOx-Leckströme auf.

b) Bei der Regeneration eines NOx-Speicherkatalysators werden kurzzeitig in einem sogenannten Desorptionsspeak NOx-Verbindungen freigesetzt. Muß ein NOx-Speicherkatalysator aufgrund seiner verminderter Speicherkapazität häufiger regeneriert werden führt dies zu einer zusätzlichen Emission durch diese Desorptionsspeaks.

Verschiedene Ausführungsformen der Erfindung ermöglichen es, den Wirkungsgrad des NOx-Speicherkatalysators in der Speicherphase oder in der Regenerationsphase zu überprüfen. Dazu kann ein Meßaufnehmer stromab des NOx-Speicherkatalysators verwendet werden, der mindestens die NOx-Konzentration oder mindestens die O₂-Konzentration erfaßt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen weiter gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher erläutert. Die Zeichnung zeigt:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine mit NOx-Speicherkatalysator,

Fig. 2 ein Diagramm mit Kurven zur Erläuterung einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 ein Diagramm mit einer Kurve zur Erläuterung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung, und

Fig. 4 ein Diagramm mit einer Kurve zur Erläuterung einer dritten Ausführungsform der Erfindung.

Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Überwachung des Abgasnachbehandlungssystems einer mit Luftüberschuß betriebenen Brennkraftmaschine, wie sie schematisch in Fig. 1 dargestellt ist. Dabei sind nur die Teile und Komponenten in der Figur enthalten, die für das Verständnis der Erfindung notwendig sind. Der mit Luftüberschuß erfolgende, d. h. magere Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird von einem Betriebssteuergerät 2 geregelt. Im Abgastrakt 4 der Brennkraftmaschine 1 befindet sich ein NOx-Speicherkatalysator 3. Stromab dieses NOx-Speicherkatalysators ist ein Meßaufnehmer 5 vorgesehen, dessen Signal vom Betriebssteuergerät 2 eingelesen wird. Der Meßaufnehmer 5 ist je nach Ausführungsform der Erfindung unterschiedlich ausgebildet.

Erfäßt der Meßaufnehmer 5 mindestens die NO_x-Konzentration stromab des NO_x-Speicherkatalysators 3 kann die aktuelle Speicherkapazität in einer beliebigen Speicherphase des NO_x-Speicherkatalysators 3 bestimmt werden.

Der zeitliche Verlauf des Signals des Meßaufnehmers 5 in einer solchen Speicherphase ist in Kurve 11, die Beladung des NO_x-Speicherkatalysators in der gestrichelten Kurve 10 der Fig. 2 dargestellt.

Mit Beginn der Speicherphase zeigt das Signal des Meßaufnehmers 5 eine niedrige NO_x-Konzentration stromab des NO_x-Speicherkatalysators 3 an, da aufgrund der geringen Beladung des NO_x-Speicherkatalysators der Leckstrom durch den NO_x-Speicherkatalysator 3 gering ist. Mit zunehmender Zeit wird mehr NO_x gespeichert, und die Beladung des NO_x-Speicherkatalysators 3 nimmt zu. Damit verbunden steigt das Signal des Meßaufnehmers 5 an. Ist eine der Speicherkapazität des NO_x-Speicherkatalysators 3 entsprechende Menge an NO_x in den NO_x-Speicherkatalysator 3 eingebracht, steigt das Signal des NO_x-Meßaufnehmers 5 sprunghaft an, man spricht vom Durchbruch der in den NO_x-Speicherkatalysator 3 eingegebenen Konzentration c_{in} . Da ein solcher Durchbruch eine erhöhte NO_x-Emission mit sich bringt und demzufolge äußerst unvorteilhaft ist, wird vor Erreichen eines hundertprozentigen Beladungsgrades eine Regenerationsphase des NO_x-Speicherkatalysators 3 eingeleitet.

Wird eine solche Regenerationsphase beispielsweise zum Zeitpunkt t_1 eingeleitet, wird im NO_x-Speicherkatalysator 3 gespeichertes NO_x katalytisch umgewandelt. Eine Regenerationsphase wird beispielsweise dann eingeleitet, wenn das Betriebssteuergerät 2 feststellt, daß die in den NO_x-Speicherkatalysator 3 eingebrachte Menge an NO_x einen Schwellenwert erreicht oder überschreitet. Die Menge an NO_x wird dabei aus einem Modell in Abhängigkeit von Betriebskenngrößen der Brennkraftmaschine 1 berechnet. Die Betriebsparameter können sein: Drehzahl, Last (Luftmasse oder Einspritzmenge), Zündwinkel, Lambda-Wert des Abgases stromauf des Katalysators, Ansauglufttemperatur, Ventilüberschneidung, Abgasrückführungsrate, usw.

Aus dem Modell ist somit zu jedem Zeitpunkt der Speicherphase die im NO_x-Speicherkatalysator 3 gespeicherte Menge an NO_x bekannt. Aus dem Signal des Meßaufnehmers 5, das den NO_x-Leckstrom anzeigt, kann gemäß dem Zusammenhang nach Fig. 2 der Beladungsgrad der NO_x-Speicherkatalysators bestimmt werden.

Aus diesen beiden Größen ergibt sich die aktuelle Speicherkapazität des NO_x-Speicherkatalysators 3 nach folgender Gleichung:

$$\text{Aktuelle Speicherkapazität} = \text{gespeicherte Menge an NO}_x / \text{Beladungsgrad} \quad (I)$$

Die so bestimmte aktuelle Speicherkapazität wird zur Diagnose verwendet, wenn die Betriebsparameter der Brennkraftmaschine 1 wie Drehzahl, Last, NO_x-Katalysatortemperatur, usw. innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegen. Dann wird das Verhältnis aus aktueller Speicherkapazität und einer Mindestkapazität gebildet. Dieses Verhältnis wird über eine Anzahl von Diagnosezyklen addiert und mit der Anzahl der Diagnosezyklen gewichtet. Das Ergebnis ist ein endgültiger Diagnosewert, der verglichen mit einem Schwellenwert die Funktionsfähigkeit des NO_x-Speicherkatalysators 3 widerspiegelt.

Wird der Schwellenwert unterschritten, kann eine Sulfatregenerationsphase, wie sie in der deutschen Anmeldung 195 05 335.1 der Patentanmelderin beschrieben ist, durch-

geführt werden. Wird auch nach einer solchen Sulfatregenerationsphase eine unzureichende aktuelle Speicherkapazität festgestellt, so wird ein defekter NO_x-Speicherkatalysator 3 angezeigt oder beispielsweise ein Fehlereintrag in einem Speicherelement des Betriebssteuergeräts 2 abgelegt.

Optional ist es möglich, die Brennkraftmaschine dann mit einem stöchiometrischem Kraftstoff/Luft-Gemisch ($\lambda = 1$) zu betreiben, um eine unerwünschte NO_x-Abgasemission aufgrund des fehlerhaften NO_x-Speicherkatalysators 3 zu vermeiden.

Zweite Ausführungsform

Die aktuelle Speicherkapazität des NO_x-Speicherkatalysators 3 kann auch in einer Regenerationsphase bestimmt werden, wenn das Signal des Meßaufnehmers 5 die NO_x-Konzentration stromab des NO_x-Speicherkatalysators 3 anzeigt.

Wird vom Betriebssteuergerät 2 eine Regenerationsphase eingeleitet, zeigt das Signal des Meßaufnehmers 5 den in Kurve 12 der Fig. 3 gezeigten Verlauf. In der Regenerationsphase treten dabei im Signalverlauf zwei Peaks auf: Ein Desorptionspeak 13 rührt von unvermeidbar bei der katalytischen Umwandlung freigesetztem NO_x her; ein zweiter NH₃-Peak 14 tritt im Signal des Meßaufnehmers 5 auf, da dieser eine Querempfindlichkeit gegen Ammoniak (NH₃) zeigt.

Der NH₃-Peak 14 fällt dann ab, wenn der NO_x-Speicherkatalysator 3 entleert ist. Die fallende Flanke des NH₃-Peaks 14 kann somit zur Bestimmung des Zeitpunktes des Regenerationsendes $t_{\text{Regenerationsende}}$ verwendet werden.

Somit ist die Zeitdauer der Regenerationsphase bekannt. Aus der Zeitdauer und einer modellbasierten Berechnung der während dieser Regenerationsphase dem NO_x-Speicherkatalysator 3 zugeführten Reduktionsmittelmenge kann die vor dem Einleiten der Regenerationsphase im NO_x-Speicherkatalysator 3 gespeicherte Menge an NO_x ermittelt werden.

Da das Reduktionsmittel eine Leerung des NO_x-Speicherkatalysators 3 auch von gleichzeitig gespeichertem Sauerstoff bewirkt, muß die dafür verbrauchte Reduktionsmittelmenge von der gesamten in der Regenerationsphase zugeführten Reduktionsmittelmenge abgezogen werden, um nicht eine nach oben verfälschte Menge an NO_x zu errechnen.

Somit ist aus der Regenerationsphase die im NO_x-Speicherkatalysator 3 gespeicherte Menge an NO_x vor Beginn der Regenerationsphase zum Zeitpunkt t_1 bekannt. Aus dem Signal des Meßaufnehmers 5 zu diesem Zeitpunkt t_1 kann, wie bei der ersten Ausführungsform, der zugehörige Beladungsgrad des NO_x-Speicherkatalysators 3 bestimmt werden.

Aus der Menge an NO_x und dem Beladungsgrad ergibt sich dann nach Gleichung I die aktuelle Speicherkapazität. Wie bei der ersten Ausführungsform wird dann die Diagnose durchgeführt und ggf. eine Sulfatregenerationsphase eingeleitet.

Dritte Ausführungsform

Liefert der Meßaufnehmer 5 stromab des NO_x-Speicherkatalysators 3 ein von der O₂-Konzentration abhängiges Signal, kann die aktuelle Speicherkapazität in einer Regenerationsphase bestimmt werden. Ein solcher Meßaufnehmer könnte beispielsweise eine binäre oder amperometrische Lambda-Sonde sein. Der zeitliche Verlauf des Signals eines solchen O₂-empfindlichen Meßaufnehmers 5 ist in Kurve 15 der Fig. 4 dargestellt.

Zum Zeitpunkt t_1 wird vom Betriebssteuergerät 2 eine Regenerationsphase des NOx-Speicherkatalysators 3 eingeleitet. In einer solchen Regenerationsphase wird, wie bereits erwähnt, die Brennkraftmaschine 1 mit fettem Gemisch betrieben, und die dabei im Abgas entstehenden Produkte CO, H₂, HC (Kohlenwasserstoffe) werden im NOx-Speicherkatalysator als Reduktionsmittel bei der Entleerung katalytisch umgesetzt.

Ist der NOx-Speicherkatalysator 3 entleert, wird das ihm zugeführte Abgas, das aus einer Verbrennung eines fetten Kraftstoff/Luft-Gemischs stammt, nicht mehr katalytisch umgesetzt, und es gelangt somit zum Meßaufnehmer 5. Das Signal des O₂-empfindlichen Meßaufnehmers 5 steigt dann an.

Somit kann bei Überschreiten eines vorbestimmten Schwellenwertes der Zeitpunkt $t_{\text{Regenerationsende}}$ des Abschlusses der Regenerationsphase festgestellt werden. Aus der somit bekannten Zeitdauer der Regenerationsphase ist wie bei der zweiten Ausführungsform die dem NOx-Speicherkatalysator 3 von der Brennkraftmaschine 1 zugeführte Reduktionsmittelmenge und daraus die im NOx-Speicherkatalysator 3 vor Beginn der Regenerationsphase gespeicherte Menge an NOx berechenbar, wobei auch hier wiederum eine Korrektur hinsichtlich des zur Entleerung des gespeicherten Sauerstoffs verbrauchten Reduktionsmittels erfolgen muß.

Der Beladungsgrad des NOx-Speicherkatalysators 3 vor Einleiten der Regenerationsphase ist aus einem Modell bekannt, das dem der Fig. 2 ähnelt. Aus diesem modellbekannten Beladungsgrad und der vom NOx-Speicherkatalysator 3 gespeicherten Menge an NOx erhält man nach Gleichung I die aktuelle Speicherkapazität.

Über mehrere Diagnosezyklen ergibt sich somit eine rekursive Anpassung der aktuellen Speicherkapazität des NOx-Speicherkatalysators 3, die wie bei der ersten Ausführungsform zur Diagnose, unter Umständen unter Einschaltung einer Schwefelregenerationsphase, verwendet und zum Anzeigen eines Fehlers genutzt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überprüfung des Wirkungsgrades eines NOx-Speicherkatalysators, der im Abgastrakt einer mit Luftüberschuß betriebenen Brennkraftmaschine angeordnet ist, und der in einer Speicherphase NOx im Abgas der Brennkraftmaschine speichert und bei Erreichen einer vorbestimmten Beladung zur Entleerung des NOx-Speicherkatalysators gespeichertes NOx in einer Regenerationsphase durch Zugabe eines Reduktionsmittels katalytisch umwandelt, wobei das Reduktionsmittel durch kurzzeitigen Betrieb der Brennkraftmaschine mit einem fetten Kraftstoff/Luft-Gemisch im Abgas (λ kleiner 1) erzeugt wird
bei welchem Verfahren die aktuelle Speicherkapazität des NOx-Speicherkatalysators aus der im NOx-Speicherkatalysator gespeicherten Menge an NOx und dem zugehörigen Beladungsgrad des NOx-Speicherkatalysators unter Verwendung des Signals eines stromab des NOx-Speicherkatalysators angeordneten, die Konzentration mindestens einer Abgaskomponente erfassenden Meßaufnehmers berechnet wird,
die aktuelle Speicherkapazität mit einer vorgegebenen Mindestkapazität verglichen wird und
bei Unterschreiten der vorgegebenen Mindestkapazität ein fehlerhafter NOx-Speicherkatalysator diagnostiziert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal des Meßaufnehmers mindestens

von der NOx-Konzentration stromab des NOx-Speicherkatalysators abhängt und die Berechnung der aktuellen Speicherkapazität in der Speicherphase folgende Schritte aufweist:

- a) die im NOx-Speicherkatalysator gespeicherte Menge an NOx wird durch ein Modell bestimmt, das die Rohemission der Brennkraftmaschine an NOx berechnet, und
- b) der zugehörige Beladungsgrad des NOx-Speicherkatalysators wird dadurch bestimmt, daß dem einen NOx-Leckstrom durch den NOx-Speicherkatalysator anzeigenden Signal des Meßaufnehmers ein Beladungsgrad zugeordnet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal des Meßaufnehmers von der NOx-Konzentration stromab des NOx-Speicherkatalysators abhängt und die Berechnung der aktuellen Speicherkapazität in der Regenerationsphase folgende Schritte aufweist:

- a) die im NOx-Speicherkatalysator gespeicherte Menge an NOx wird aus der zur Entleerung des NOx-Speicherkatalysators zugeführten Reduktionsmittelmenge bestimmt und
- b) der zugehörige Beladungsgrad wird als Beladungsgrad vor dem Beginn der Regenerationsphase dadurch bestimmt, daß dem einen NOx-Leckstrom durch den NOx-Speicherkatalysator anzeigenden Signal des Meßaufnehmers ein Beladungsgrad zugeordnet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a) die zugeführte Menge an Reduktionsmittel aus der Dauer der Regenerationsphase und dem mittels eines Modells berechneten Reduktionsmittelstrom im Abgas stromauf des NOx-Speicherkatalysators bestimmt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a) das Ende der Regenerationsphase an einem Signal des Meßaufnehmers erkannt wird, das eine abnehmende Emission von NH₃ aus dem NOx-Speicherkatalysator anzeigt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt b) aus der Rohemission an NOx, die dem NOx-Speicherkatalysator zugeführt wird, und dem von der NOx-Konzentration stromab des NOx-Speicherkatalysators abhängigen Signal des Meßaufnehmers ein relativer Leckstrom berechnet wird und daraus der Beladungsgrad unter Ausnutzung eines Zusammenhanges zwischen relativem Leckstrom und Beladungsgrad bestimmt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Signal des Meßaufnehmers mindestens von der O₂-Konzentration stromab des NOx-Speicherkatalysators abhängt und die Berechnung der aktuellen Speicherkapazität in der Regenerationsphase folgende Schritte aufweist:

- a) die im NOx-Speicherkatalysator gespeicherte Menge an NOx wird aus der zur Entleerung des NOx-Speicherkatalysators zugeführten Reduktionsmittelmenge bestimmt, welche aus dem zeitlichen Verlauf des von der O₂-Konzentration abhängigen Signals des Meßaufnehmers ermittelt wird,
- b) der zugehörige Beladungsgrad wird als Beladungsgrad vor dem Beginn der Regenerationsphase durch ein Modell bestimmt, das die Rohemission der Brennkraftmaschine an NOx berechnet und die letztgültige Speicherkapazität zugrunde legt, und

c) die aktuelle Speicherkapazität wird aus der im NOx-Speicherkatalysator gespeicherten Menge an NOx und dem modellbestimmten Beladungsgrad berechnet, so daß sich über mehrere Regenerationsphasen eine rekursive Anpassung der aktuellen Speicherkapazität ergibt. 5

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in Schritt a) die zugeführte Menge an Reduktionsmittel aus dem zeitlichen Verlauf des von der O₂-Konzentration abhängigen Signals des Meßaufnehmers 10 dadurch bestimmt wird, daß an einem Anstieg des Signals ein Ende der Regenerationsphase erkannt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bestimmung der zur Entleerung des NOx-Speicherkatalysators zugeführten 15 Menge an Reduktionsmittel von der gesamten zugeführten Reduktionsmittelmenge ein zur Entleerung des NOx-Speicherkatalysators von ebenfalls gespeichertem Sauerstoff verbrauchter Anteil der Reduktionsmittelmenge abgezogen wird. 20

10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis aus der aktuellen Speicherkapazität und der vorgegebenen Mindestkapazität gebildet und über mehrere Diagnosezyklen gemittelt wird und daß bei Überschreiten eines 25 vorbestimmten Schwellenwertes ein Fehler diagnostiziert wird.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß vor Anzeige eines für den NOx-Speicherkatalysator diagnostizierten Fehlers eine 30 Sulfatregeneration durchgeführt wird und nur bei bleibender Fehlerdiagnose der Fehler angezeigt wird.

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei diagnostiziertem oder angezeigtem Fehler die Brennkraftmaschine mit einem 35 stöchiometrischen Gemisch ($\lambda = 1$) betrieben wird.

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein diagnostizierter oder angezeigter Fehler in einem Speicherelement eines Be- 40 triebssteuergerätes der Brennkraftmaschine abgelegt wird.

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Diagnose nur durch- 45 geführt wird, wenn ein oder mehrere Betriebsparameter der Brennkraftmaschine innerhalb eines bestimmten Bereichs liegen.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

- Leerseite -

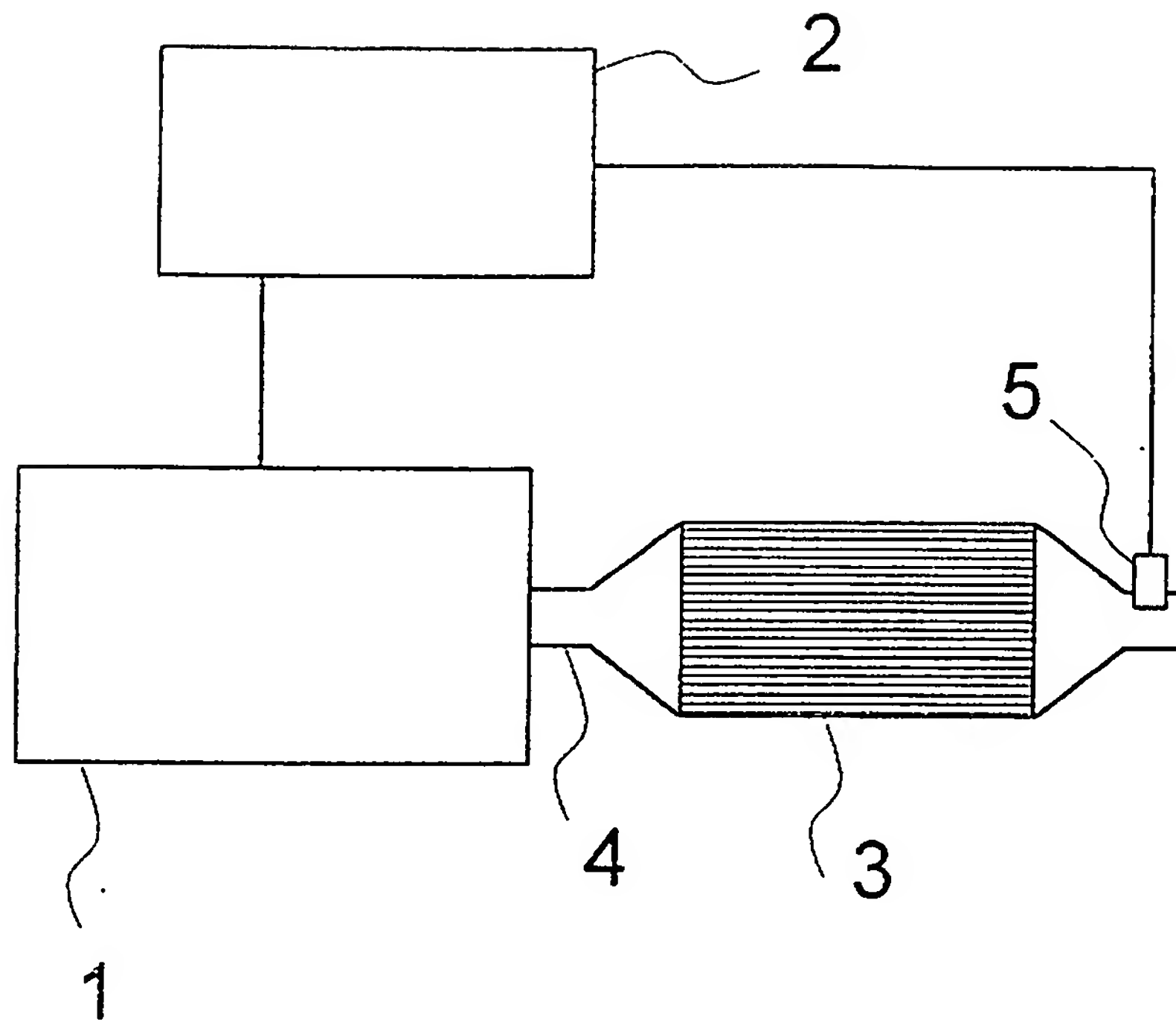


FIG 1

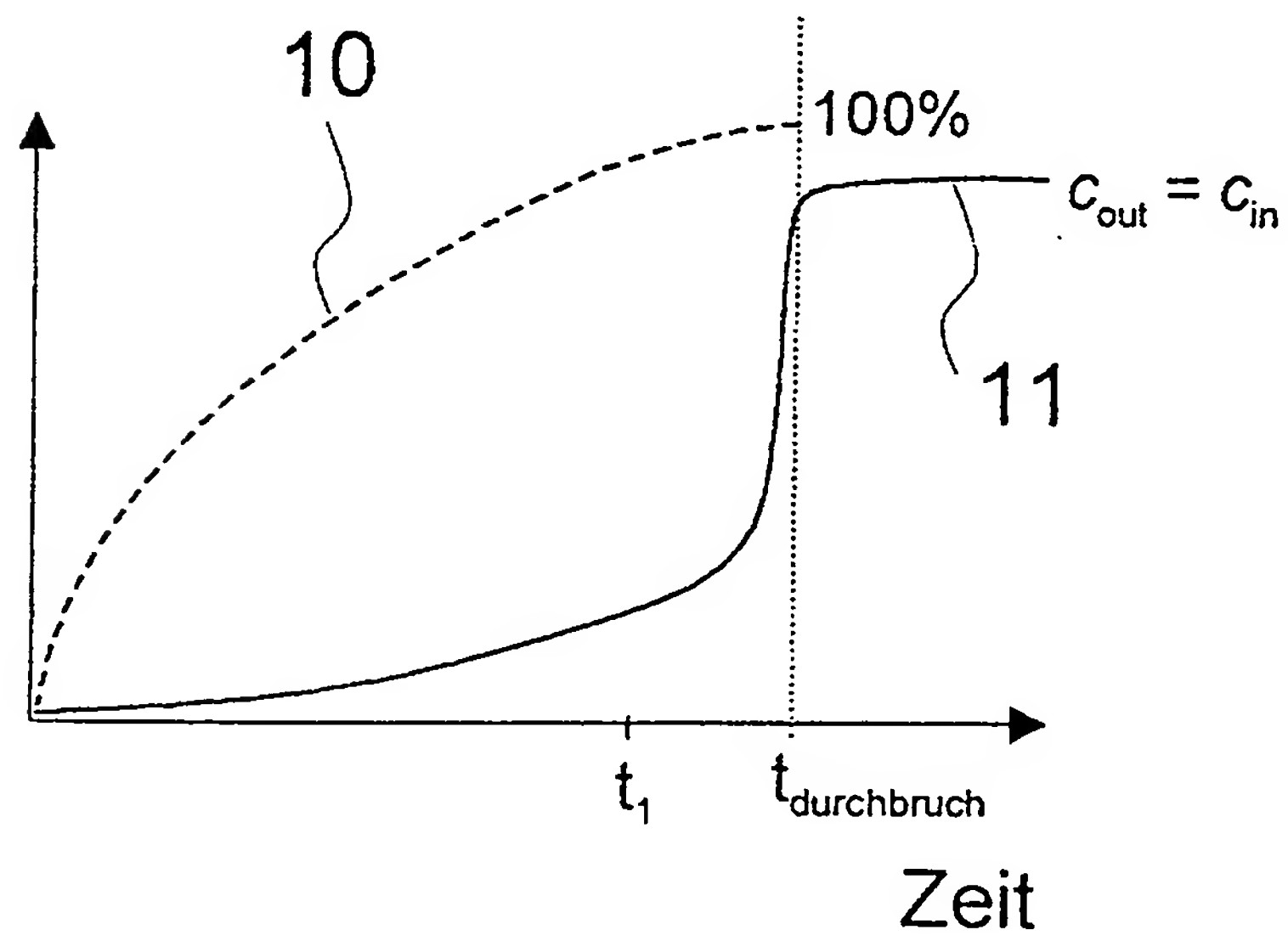


FIG 2

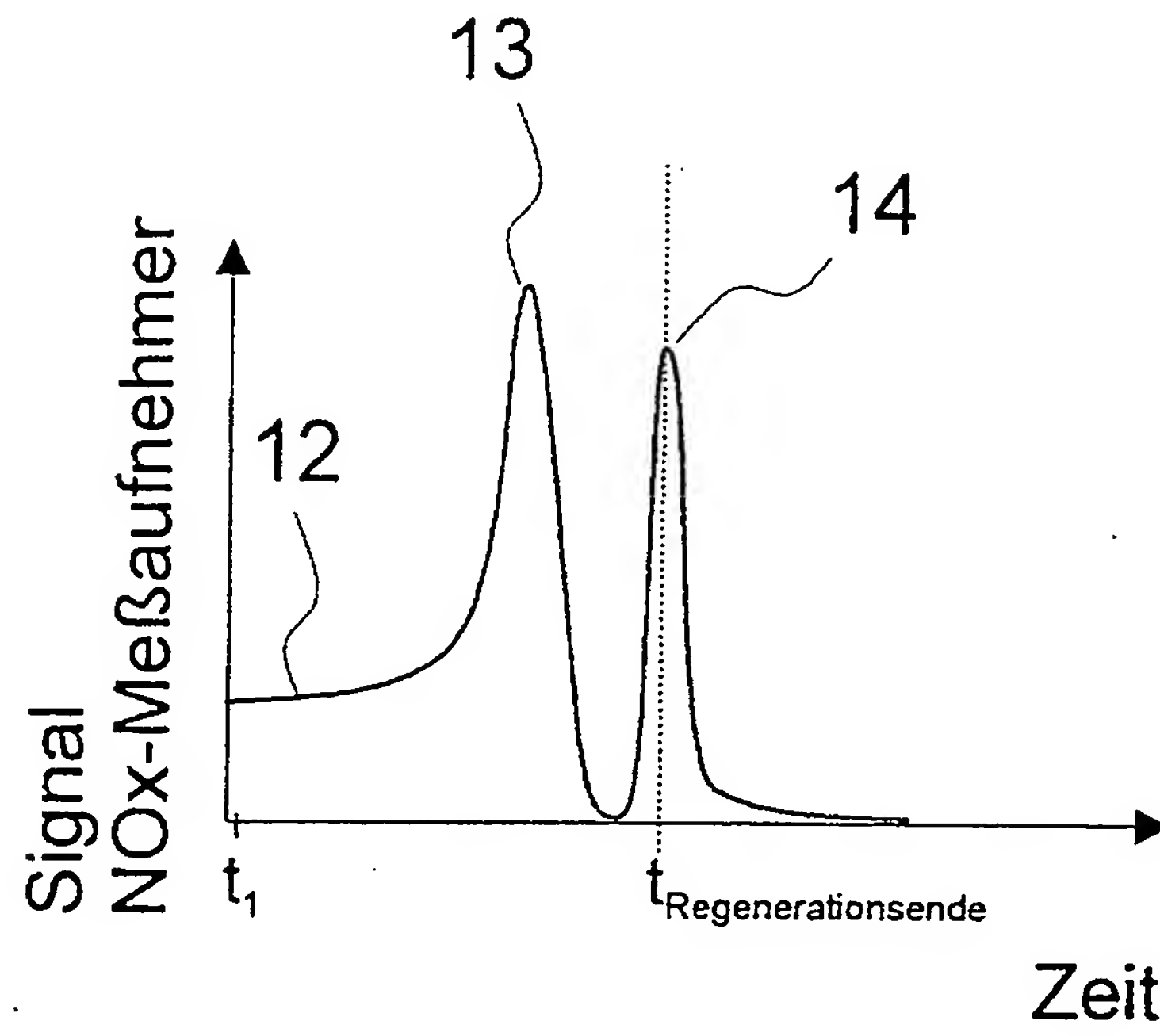


FIG 3

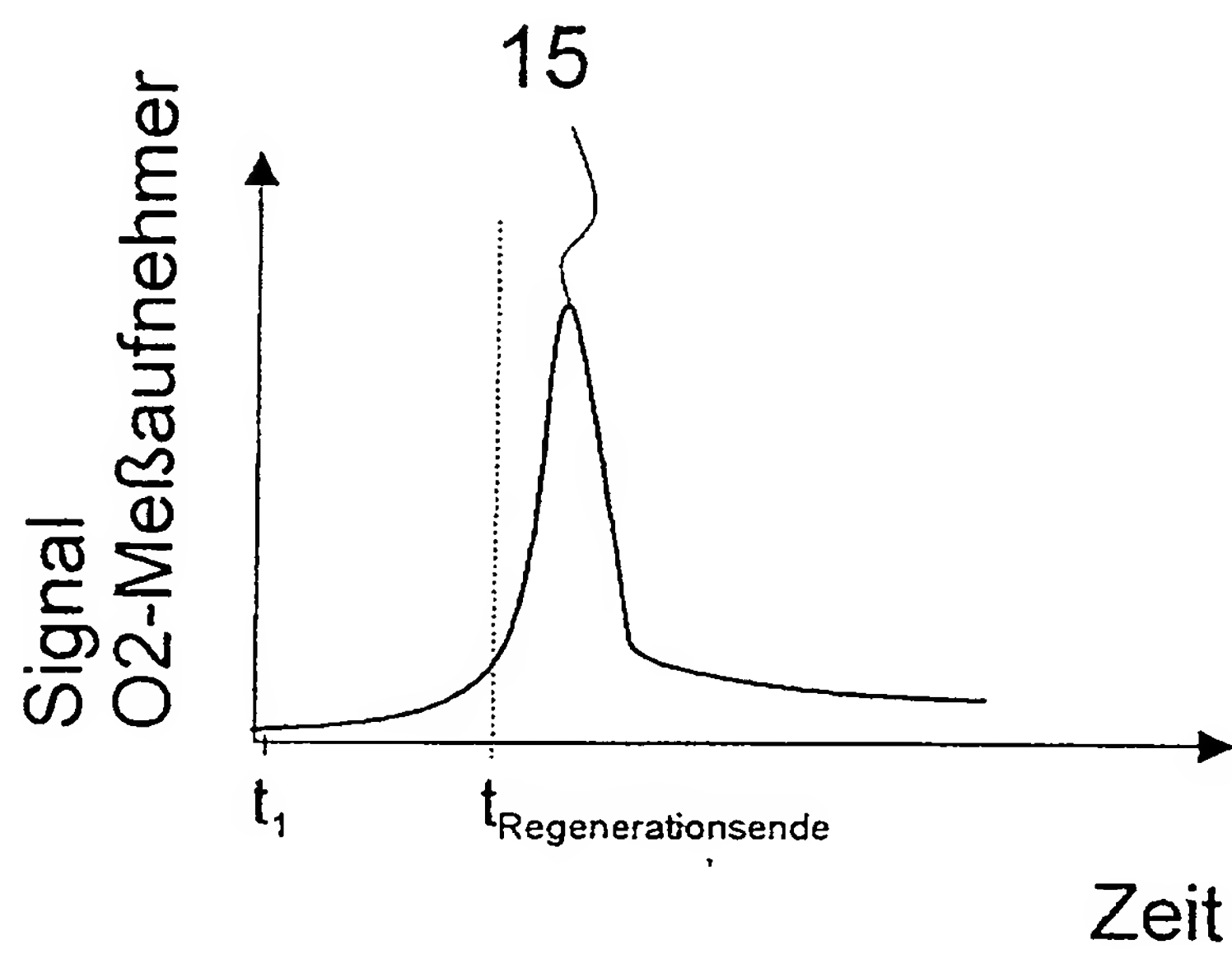


FIG 4